


# at-9.顔情報処理

(ディープラーニングのシステムとプログラミング)  
(全12回)

<https://www.kkaneko.jp/ai/at/index.html>

金子邦彦





① **顔情報処理**には**顔検出**、**顔アラインメント**、**顔ランドマーク検出**、**顔の数値化**、**性別・年齢推定**、**表情推定**などがあり、幅広い分野で活用

② **顔検出**と**顔ランドマーク検出**には**CNN**を用いた**ディープラーニング**が使われている

③ **顔の数値化**により**本人確認・顔認識**を行い、**距離学習**で**同一人物の顔は近く**、**異なる人物の顔は遠くなる**ようにする

④ **感情認識**は**顔ランドマーク**と**ディープラーニング**を組み合わせで行う



# アウトライン

1. イントロダクション
2. 顔情報処理の概要
3. ディープラーニングによる顔検出
4. 顔ランドマーク
5. ディープラーニングによる顔認識
6. ディープラーニングによる感情認識その他

# Google Colaboratory



Colaboratory へようこそ

Colaboratory は、完全にクラウドで実行される Jupyter ノートブック環境です。設定不要で、無料でご利用になれます。

```
x = [5, 4, 1, 3, 2]
for i in x:
    print(i * 120)
```

600  
480  
120  
360  
240

PRO ファイル 編集 表示 挿入 ランタイム

+ コード + テキスト | ドライブに...

```
[1] x = 100
```

```
if (x > 20):
    print("big")
else:
    print("small")
```

big

```
s = 0
for i in [1, 2, 3, 4, 5]:
    s = s + i
print(s)
```

15

URL: <https://colab.research.google.com/>

- オンラインで動く
- Python のノートブックの機能を持つ
- Python や種々の機能がインストール済み
- 本格的な利用には、Google アカウントが必要

# Google Colaboratory の全体画面



Colab の定期購入を最大限に活用する  
ファイル 編集 表示 挿入 ランタイム ツール ヘルプ

メニュー

+ コード + テキスト

コードセル, テキストセル  
の追加



メニュー

(目次, 検索と置換,  
変数, ファイル)

1. 変数

```
[2] x = 100  
y = 200
```

2. 式

```
▶ print(x + y)  
print(3 * x + y)  
  
300  
500
```

3. 条件分岐

```
[4] if (x > 50):  
    print('big')  
else:  
    print('small')  
  
big
```

コードセル,  
テキストセルの  
並び

Web ブラウザの画面

# Google Colaboratory のノートブック



## コードセル, テキストセルの2種類

- **コードセル** : Python プログラム, コマンド, 実行結果
- **テキストセル** : 説明文, 図

2. 式

← テキストセル

```
[5] print(x + y)
     print(3 * x + y)
```

← コードセル

```
300
500
```

3. 条件分岐

← テキストセル

```
▶ if (x > 50):
    print('big')
else:
    print('small')
```

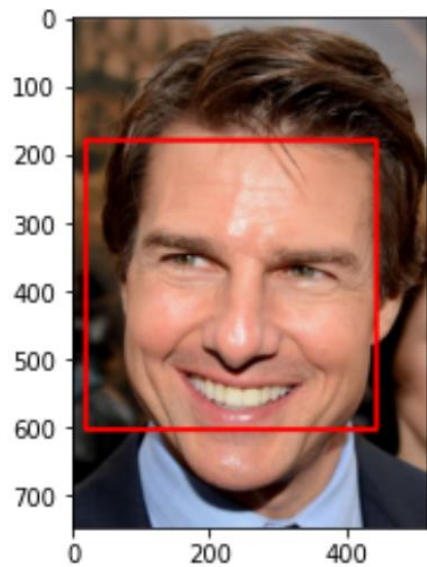
← コードセル

```
big
```



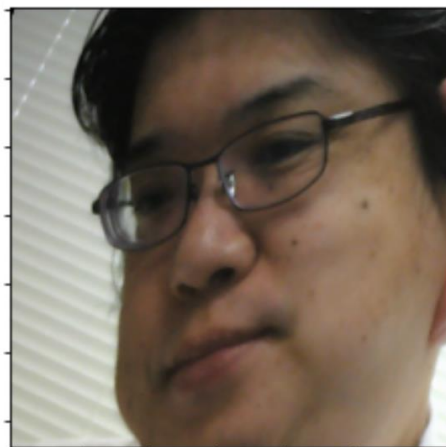
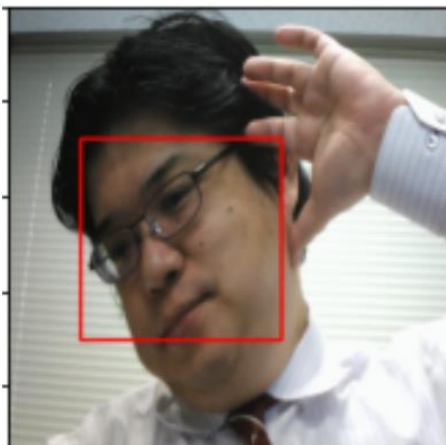
# 9-1. 顔情報処理の概要

# 顔情報処理のバリエーション①



## • 顔検出

物体検出と同様に顔を  
を検出

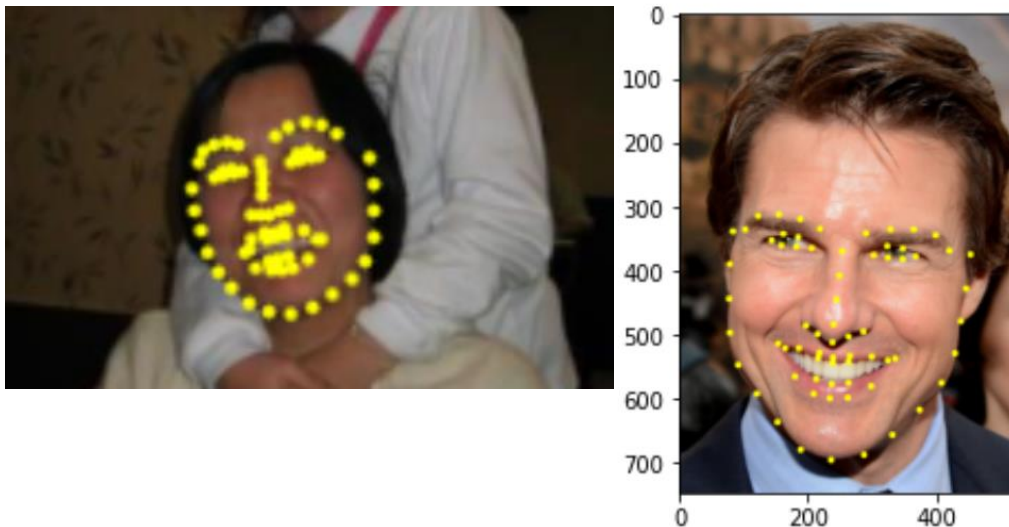


## • 顔のアライメント

顔の向き, 大きさを  
そろえる



# 顔情報処理のバリエーション②



## ・顔ランドマーク

顔の重要な特徴点（目、鼻、口など）の位置を示すポイント

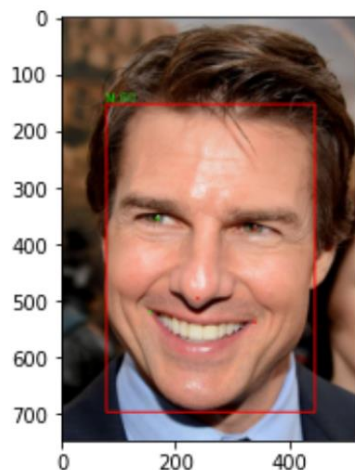
## ・顔の数値化

顔の特徴を数値化したもの。数値は複数になる。顔による本人確認や、顔認識に使用



```
[ 0.00455161 0.18412845 0.03993299 -0.00525442 -0.07139583 0.13386713
-0.00805785 -0.05532961 0.23680274 -0.08285979 0.23483047 0.00531268
-0.20885959 -0.08143201 -0.07200904 0.08402673 -0.11594398 -0.08790354
-0.14109443 -0.06426463 -0.01909781 0.04940728 -0.09086579 0.04928832
-0.21027854 -0.29970455 -0.0172264 -0.11317077 0.01727176 -0.16984728
-0.09449591 0.13467805 -0.11701771 -0.05477776 -0.00075595 0.02513538
-0.14347562 -0.03627753 0.16524641 -0.01949969 -0.12205475 0.08029588
0.0263175 0.27922362 0.26064846 0.00236352 -0.00611193 -0.09485988
0.21062998 -0.27925995 0.02801728 0.21664803 0.10859946 0.12886725
0.13740893 -0.2259727 -0.04096841 0.08036234 -0.15912706 0.04860799
-0.05707375 -0.0537034 -0.0382829 -0.04455713 0.08876641 0.08084331
-0.08434555 -0.12838244 0.14743124 -0.16956419 0.05809632 0.13801341
-0.08743402 -0.27705559 -0.17667291 0.12853563 0.40629697 0.25780377
-0.18405011 0.0308622 -0.04818188 -0.08573647 0.05904602 -0.00438196
-0.12593931 -0.09314068 -0.07387269 0.06559635 0.18202811 0.02111054
-0.0110196 0.23951159 -0.00382505 -0.03864232 0.03268222 0.00397856
-0.16739431 0.05639653 -0.11059792 -0.01466753 0.09382112 -0.13222337
0.00125152 0.08060078 -0.16358295 0.22464372 -0.00883166 0.03960528
0.02616193 -0.04999878 -0.14178708 0.06188779 0.25730038 -0.27515596
0.19043125 0.04089454 0.02481355 0.17113039 0.10915946 0.05673687
-0.00430411 -0.0710548 -0.14189517 -0.08640159 0.0943445 -0.08253401
0.04771694 -0.04451045]
```

# 顔情報処理のバリエーション③

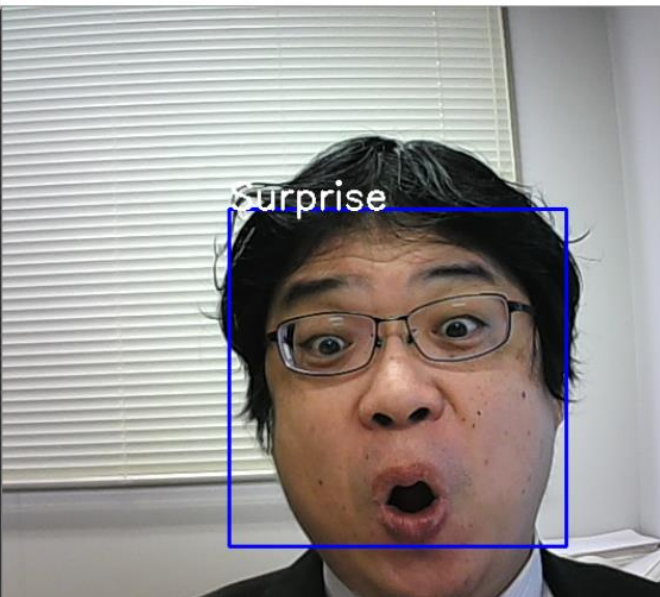


gender: 1  
age: 60

## • 性別、年齢の推定

C:\Windows\System32\cmd.exe - python demo.py img

```
Happy: % 1.0520316660404205  
Neutral: % 43.86896789073944  
Sad: % 2.5840995833277702  
Surprised: % 26.989561319351196  
-----  
Angry: % 17.476025223731995  
Disgust: % 13.489590585231781  
Fear: % 1.2782757170498371  
Happy: % 1.097946148365736  
Neutral: % 48.455244302749634  
Sad: % 2.7828795835375786  
Surprised: % 15.420036017894745  
-----  
Angry: % 8.7054543197155  
Disgust: % 8.182178437709808  
Fear: % 2.2473467513918877  
Happy: % 1.2045521289110184  
Neutral: % 39.530619978904724  
Sad: % 2.036934532225132  
Surprised: % 38.09291124343872  
-----  
Angry: % 4.94537390768528  
Disgust: % 7.72874653339386  
Fear: % 2.0912714302539825  
Happy: % 1.1880283243954182  
Neutral: % 30.127882957458496  
Sad: % 1.0293880477547646  
Surprised: % 52.88930535316467  
-----
```



## • 表情の推定

<https://github.com/ezgiakcora/Facial-Expression-Keras> で公開されている成果物を利用

# 顔情報処理のバリエーション



- 顔検出
- 顔のアライメント
- 顔ランドマーク
- 顔の数値化：顔による本人確認や顔認識の基礎
- 性別、年齢の推定
- 表情の推定
- その他

## 演習 1

オンラインデモによる  
顔検出、表情推定の体験

【トピックス】

- 顔検出
- 表情推定



# 演習 1



- まず、自分で顔画像のファイルを準備する
- 次のデモページを使う
- 「**Drag image file here of Browse from your computer**」をクリック。画像をアップロードして、**表情の推定**を試してみる
- そのとき、「私はロボットではありません」と表示されたらチェック

<https://cloud.google.com/vision/docs/drag-and-drop?hl=ja>

Try the API

Faces Objects Labels Text Properties Safe Search

World's Largest Selfie  
Powered by Lumia 730

3.png

Show JSON ▾

RESET NEW FILE

Emotion	Progress Bar	Confidence
Joy	<div style="width: 10%;"></div>	Very Unlikely
Sorrow	<div style="width: 10%;"></div>	Very Unlikely
Anger	<div style="width: 10%;"></div>	Very Unlikely
Surprise	<div style="width: 10%;"></div>	Very Unlikely
Exposed	<div style="width: 10%;"></div>	Very Unlikely

# 顔情報処理の重要性

多岐にわたる分野で重要な役割を果たしている

- セキュリティと監視
- 顔認証システム
- パーソナライズされたサービス
- 感情認識

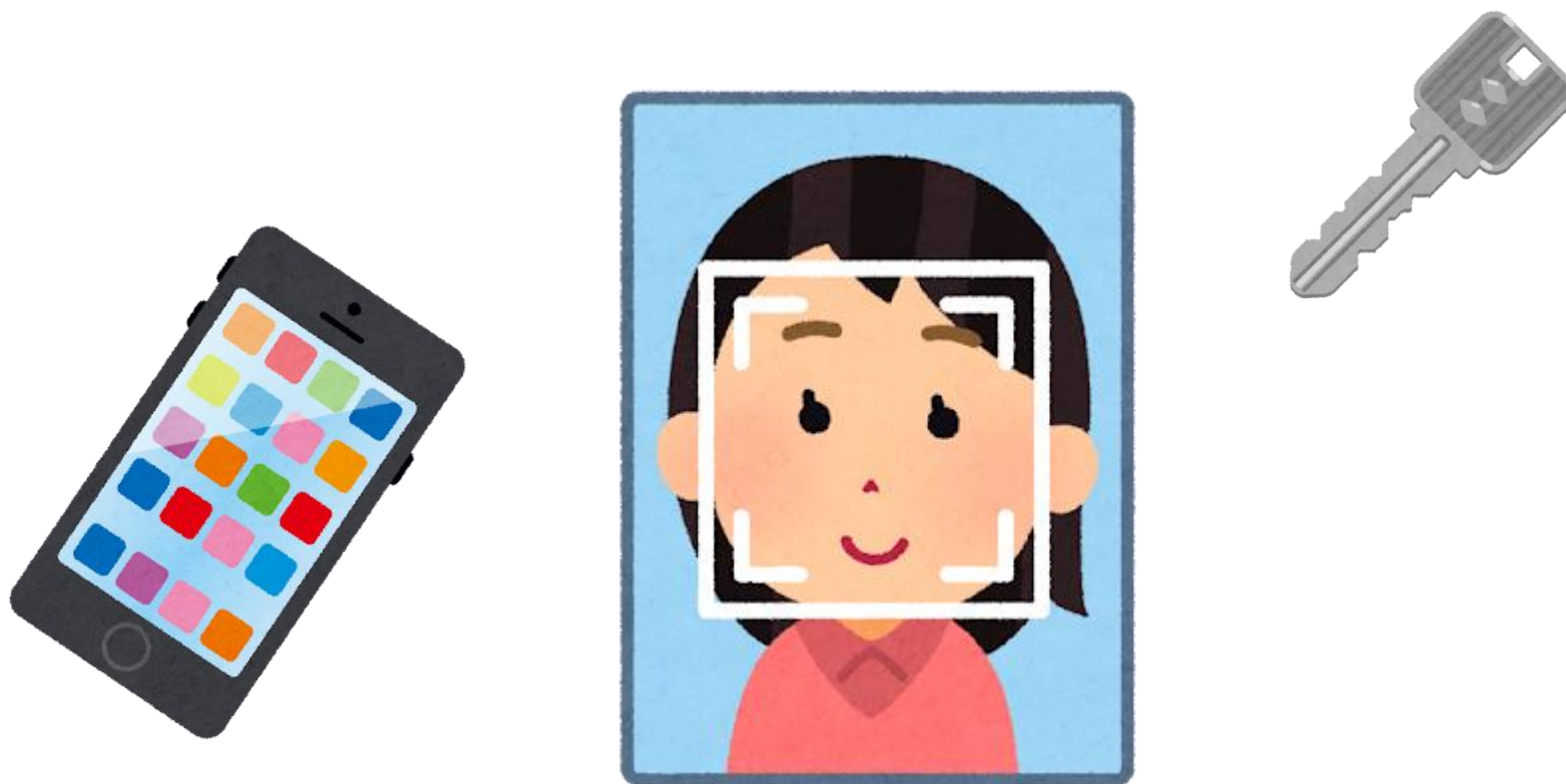
その他

# セキュリティと監視



公共の場での監視、身元確認や不審者の追跡

# 顔認証システム



スマートフォンやパソコンでの顔によるロック解除機能



# 顔情報処理の歴史

- 誕生（1960年代）

顔認識システムの誕生

- 進化（1980年代）

顔認識アルゴリズム（Eigenfaces など）

- ディープラーニングの登場（2010年代）

精度の向上、応用の広がり（群衆のカウント、マスク有り顔の処理、顔画像からの3次元顔生成などさまざまな応用）

# 群衆のカウント

- 群衆のカウント（画像内の人数を数える）
- 監視等に役立つ。



元画像



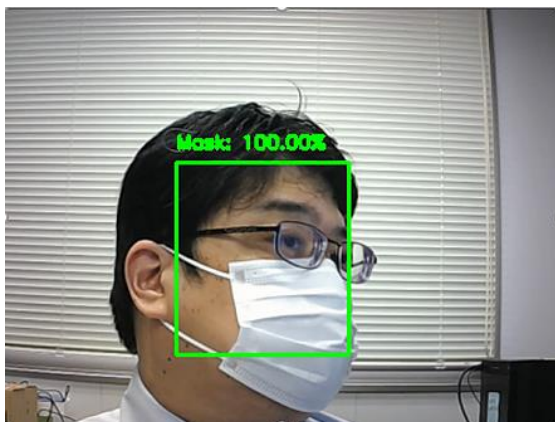
FIDTM 法による群衆のカウント

FIDTM 法（2021年発表）は、それ以前の手法よりも、さまざまな大きさの顔を精度よく検出できるとされている

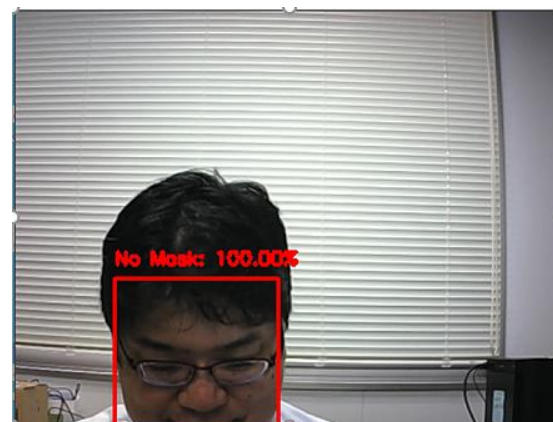
# マスク有りの顔, マスク無しの顔検出

Chandrika Deb の顔マスク検出法では, 次を同時に実行

- 顔検出
- マスク有りの顔とマスク無しの顔の画像分類



マスク有りの顔検出



マスク無しの顔検出

訓練データ: 顔のデータセット (マスク有り: 2165 枚, マスク無し 1930 枚)

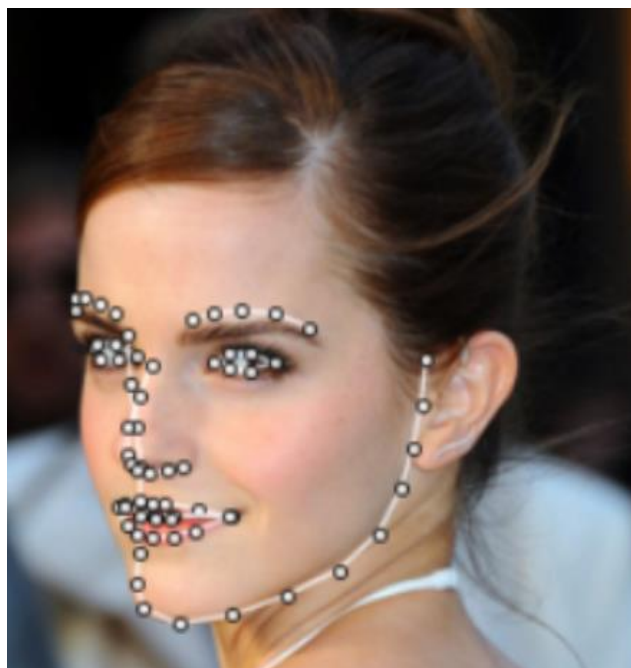
# 顔写真からの3次元再構成

## 3DFFA 法（2022年発表）

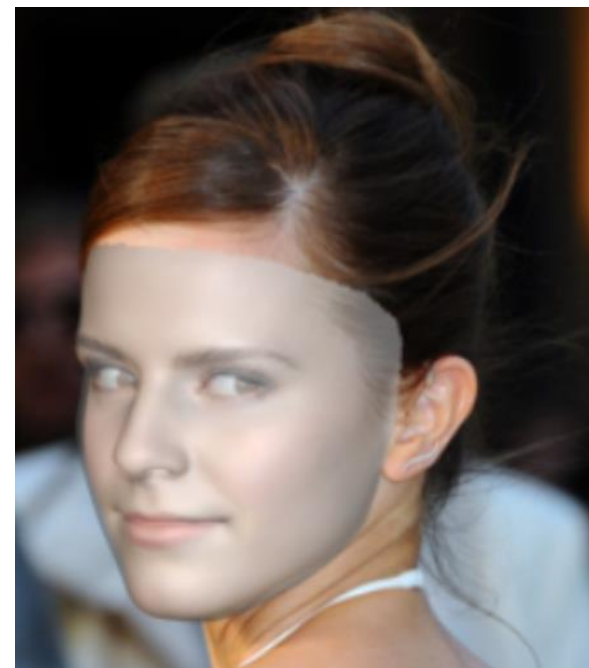
- 元画像から，3次元の顔を生成（3次元再構成）
- 顔検出，顔ランドマーク（顔の目印となるポイント）の検出ののち，顔ランドマークに顔の3次元モデルをあてはめる



元画像

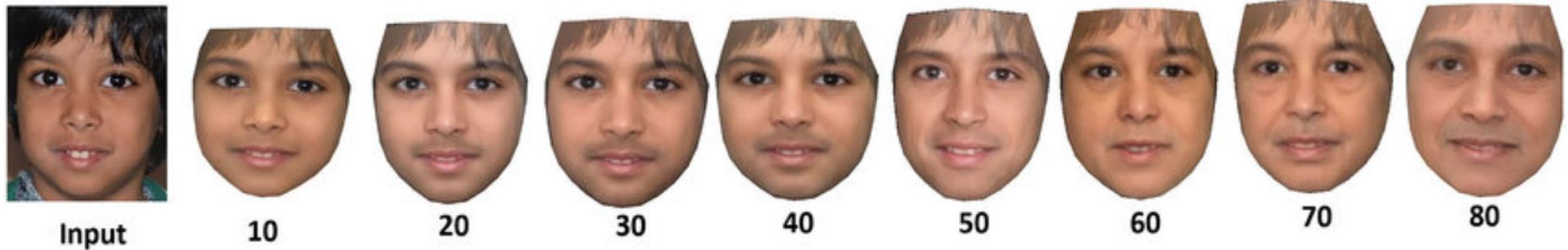


顔ランドマーク



3次元再構成

# Face aging



Given the frontal view of a single image of a child, an ageing algorithm can generate his faces with varied ages

元の顔画像から，さまざまな年齢の顔画像を生成



# ここまでのまとめ

## 顔情報処理のバリエーション

- 顔検出：物体検出の一環として顔を特定
- 顔のアラインメント：顔の向きや大きさの調整
- 顔ランドマーク：目、鼻、口などの重要な特徴点の位置
- 顔の数値化：顔特徴の数値化による本人確認、顔認識
- 性別、年齢の推定
- 表情の推定

## 顔情報処理の重要性

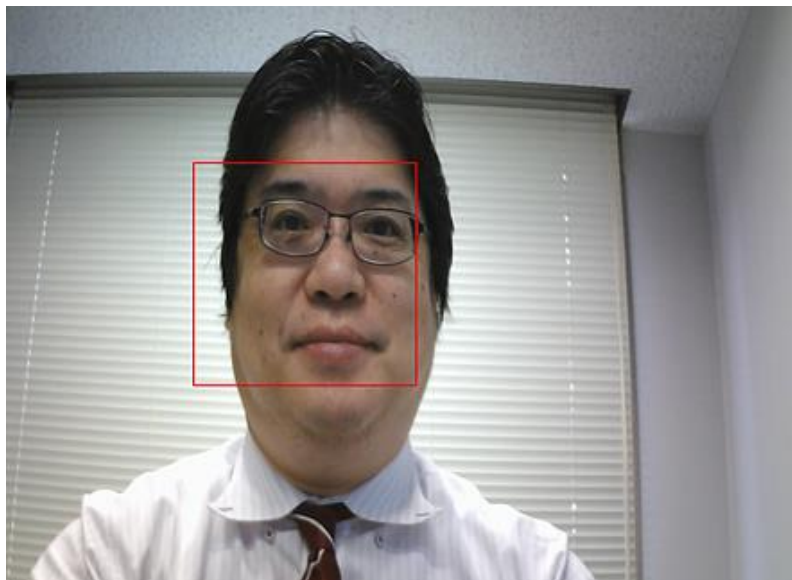
- セキュリティと監視
- 個人認証システム
- パーソナライズされたサービス
- 感情認識

## 9-2. ディープラーニング による顔検出





- 顔検出は、画像内で**顔と思われる領域を特定**
- **顔の特徴**（目、鼻、口など）を**識別し、それらが集まる領域を顔と判断**。



# ディープラーニングによる顔検出の仕組み



- ニューラルネットワークを使用
- **畳み込みニューラルネットワーク (CNN)** が広く用いられている。
  
- **大量の画像データからの学習**
- 学習のあと、新しい画像に適用して顔検出を行う

# 顔検出での訓練データ

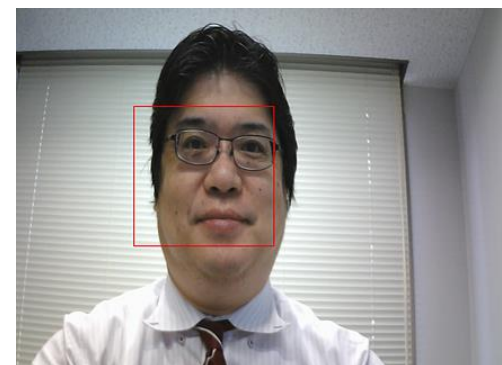
データ  
(入力)



AI



顔検出結果



顔画像と  
バウンディングボックス

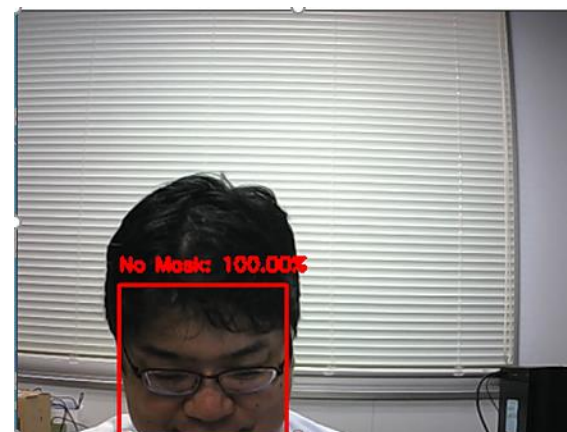
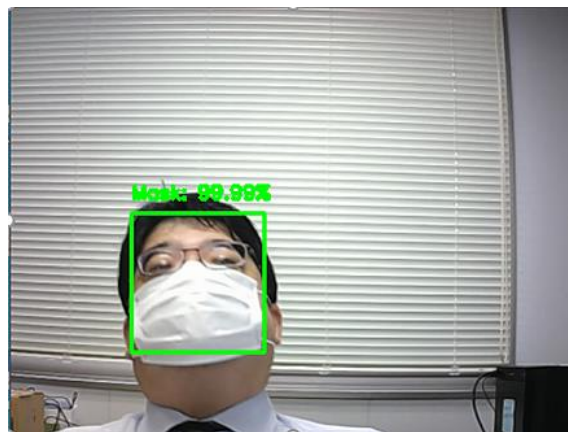
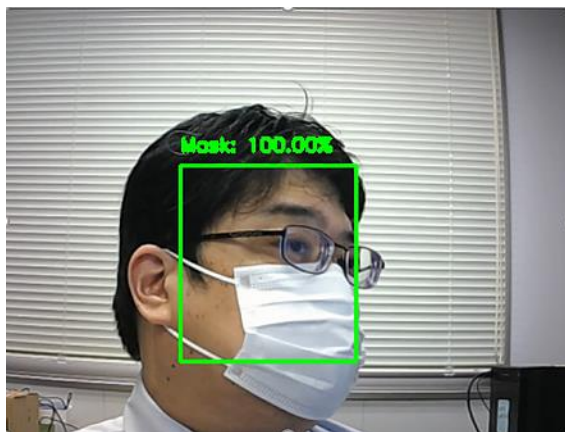
訓練データ



顔画像の例

# 顔検出の難しさ

- 照明のバリエーション
- さまざまな顔の向き
- 顔の個性
- 表情
- 付属物（例：メガネ、帽子）



ディープラーニングにより、マスクあり顔でも高い精度で検出できるようになってきた



## 演習 2

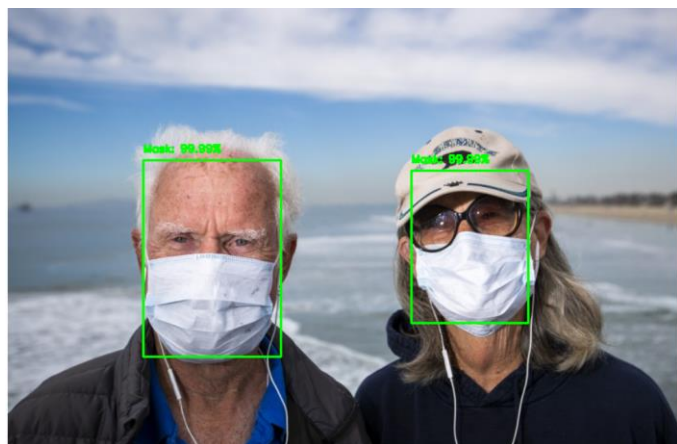
**マスク有り顔と、マスクなし顔の  
検出**

**【トピックス】**

- **顔検出**
- **マスク有り顔と、マスクなし顔**
- **Google Colaboratory**



## 演習 2. マスク有り顔、マスクなし顔の顔検出



学習で用いた顔画像の顔のサイズにより、  
大きい顔のみが検出されている

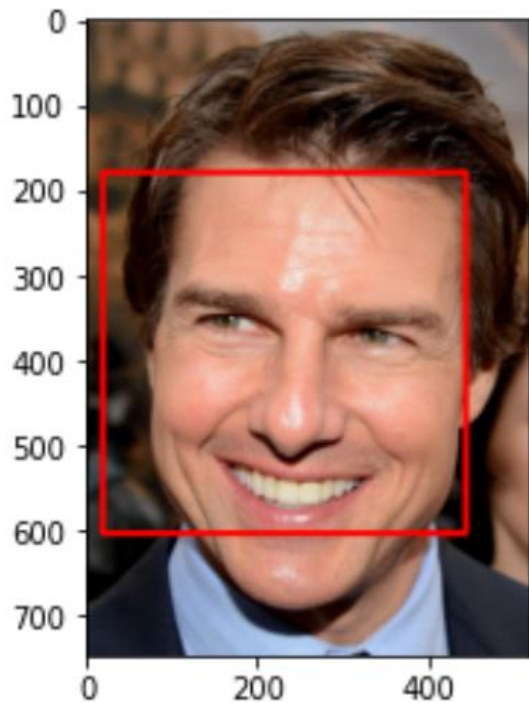
## 演習 2. マスク有り顔、マスクなし顔の顔検出

- まず、**自分で顔画像のファイルを準備**する
- Google Colaboratory のページを開く

[https://colab.research.google.com/drive/1iYEI9O\\_cxWw4VyyafaYB4ne6CNdNJYeS?usp=sharing](https://colab.research.google.com/drive/1iYEI9O_cxWw4VyyafaYB4ne6CNdNJYeS?usp=sharing)

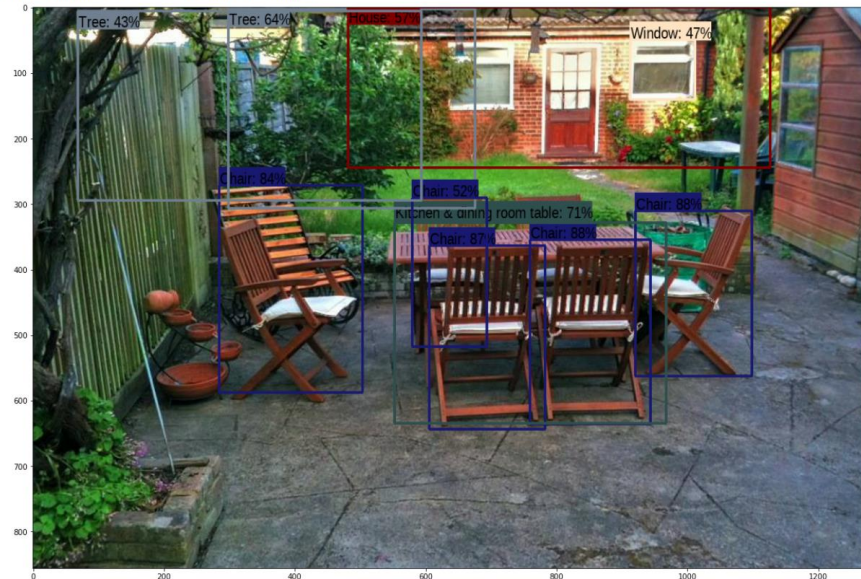
- このとき、このページに書いている注意事項をよく読んでください。**ランタイムのタイプ**を「**T4 GPU**」に設定することを説明しています。
- メニューの「**ランタイム**」で「**すべてのセルを実行**」
- コードセルが上から順に実行されるので確認
- 「5. 画像のアップロード」のセルの実行が始まったら、画像をアップロードして**顔検出**を試してみる

# 顔検出と物体検出



顔検出

Found 100 objects.  
Inference time: 37.17011475563049



物体検出



# 顔検出と物体検出



顔検出	物体検出
顔のみの検出	さまざまな種類の物体を検出
顔の位置とサイズを識別	物体の種類、位置、サイズを識別
特徴抽出の対象は、顔の重要な特徴点である顔ランドマーク	特徴抽出の対象は、形状、色、テクスチャなどさまざま（多様な物体を検出するため）
代表手法: RetinaFace, MTCNN	代表手法: YOLO

## 9-3. 顔ランドマーク

👤 Male 43

Anger

Disgust

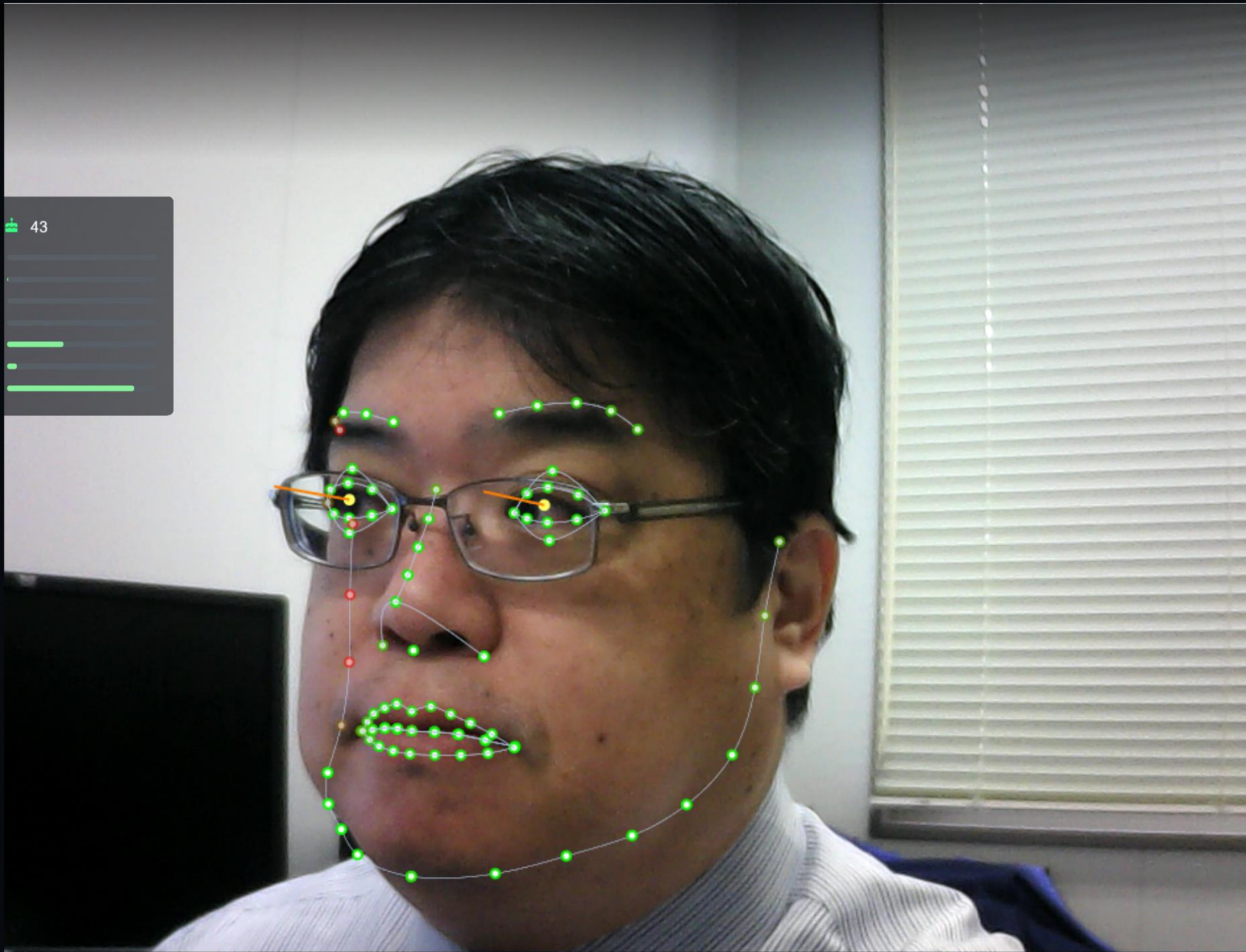
Fear

Happiness

Sadness

Surprise

Neutral



# 顔ランドマーク



## 顔ランドマーク

顔の重要な特徴点（目、鼻、口など）の位置を示すポイント

### 【用途】

顔の表情

顔の向き

顔識別 など

# 顔ランドマークの検出

## 畳み込みニューラルネットワークによる顔ランドマークの検出は 2013年に登場



Figure 1: Examples of facial point detection. First row: ini-

Yi Sun, Xiaogang Wang, Xiaoou Tang  
Deep Convolutional Network Cascade for Facial Point Detection, 2013

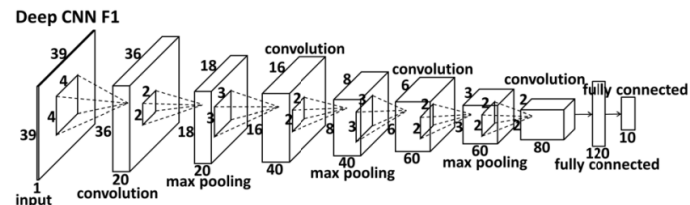


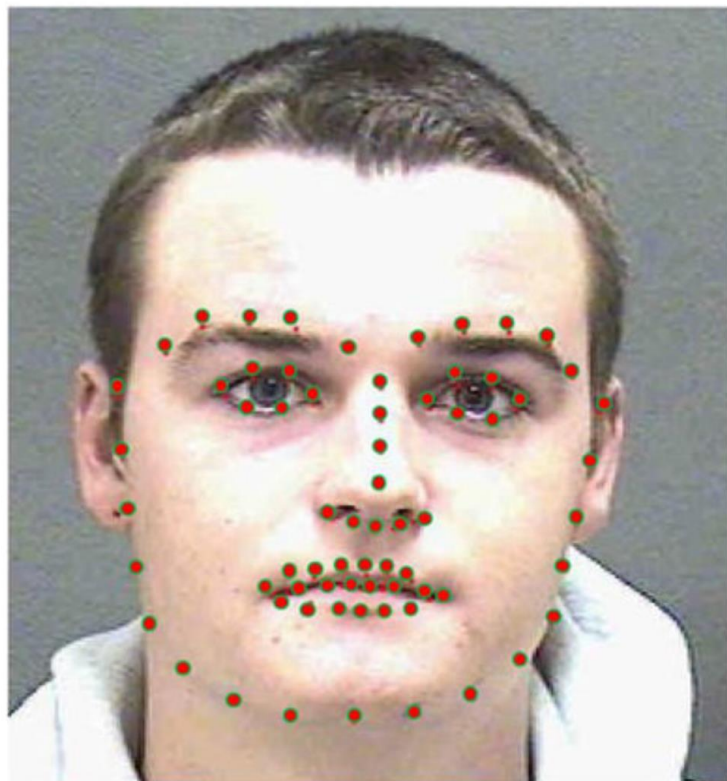
Figure 3: The structure of deep convolutional network F1.

畳み込みニューラルネットワークを使用



# 68ランドマーク

顔の68個のランドマーク。目、眉毛、鼻、口、顔の輪郭など



(a)



(b)

Identification of facial landmarks using Dlib. a Facial landmarks. b The position and order of 68 points on the face

[https://www.researchgate.net/figure/identification-of-facial-landmarks-using-Dlib-a-Facial-landmarks-b-The-position-and\\_fig2\\_343699139](https://www.researchgate.net/figure/identification-of-facial-landmarks-using-Dlib-a-Facial-landmarks-b-The-position-and_fig2_343699139)

## 9-4. ディープラーニング による顔認識

# 顔認識

顔認識は、画像または動画から人の顔を認識



比較



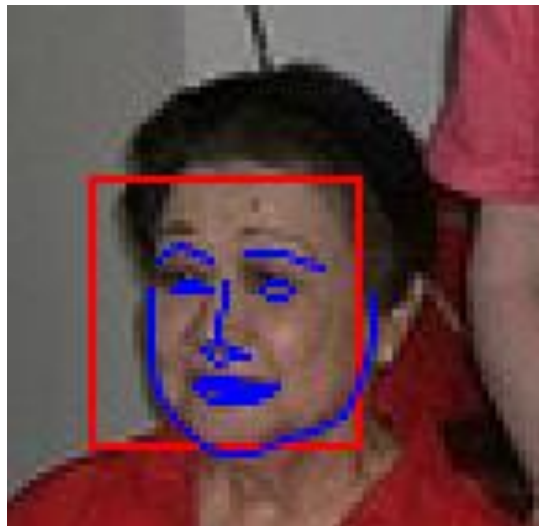
データベース

データベース内の顔との比較により、人物を特定



# 顔の数値化

- **顔の数値化**は、複数の数値（ふつう100以上）の組み合わせ
- **顔画像**から、**顔ランドマーク**を求め、顔を数値化する



顔検出,  
顔ランドマーク



```
0.0512202  
0.0150111  
0.0642803  
0.0438789  
0.0485441  
0.0107222  
0.0653341  
0.144676  
0.156388  
0.12738  
0.137432  
0.059849  
0.1569  
0.0690487  
0.0250859  
0.215287  
0.134682  
0.212719  
0.0921698  
0.019872  
0.0154232  
0.0199377  
0.0035686  
0.0199529
```

数値化

# 同一人物かの判定（顔の数値を利用）

2つの別の写真あるいは動画を**照合**し、**同一人物であるか**を判定する



顔の数値

比較  
(距離計算)

顔の数値



同一人物である  
または  
同一人物でない

# 顔認識 (顔の数値を利用)

精度の向上のため、  
同一人物の  
多数の写真と比較



顔の  
数値

比較  
(距離計算)



本人である  
または  
本人でない

顔の  
数値



顔の  
数値



顔の  
数値



# 距離学習

**距離学習**は、ディープラーニングでの学習で、距離に関する学習を行うこと。顔認識で使用。

**目的**：同一人物の顔を近く、異なる人物の顔を遠くなるようにすること

**仕組み**：畳み込みニューラルネットワークなどを使用

**効果**：顔認識、その他、画像分類やパターン認識など



## 9-5. ディープラーニング による感情認識その他



# 感情認識



C:\Windows\System32\cmd.exe - python demo.p

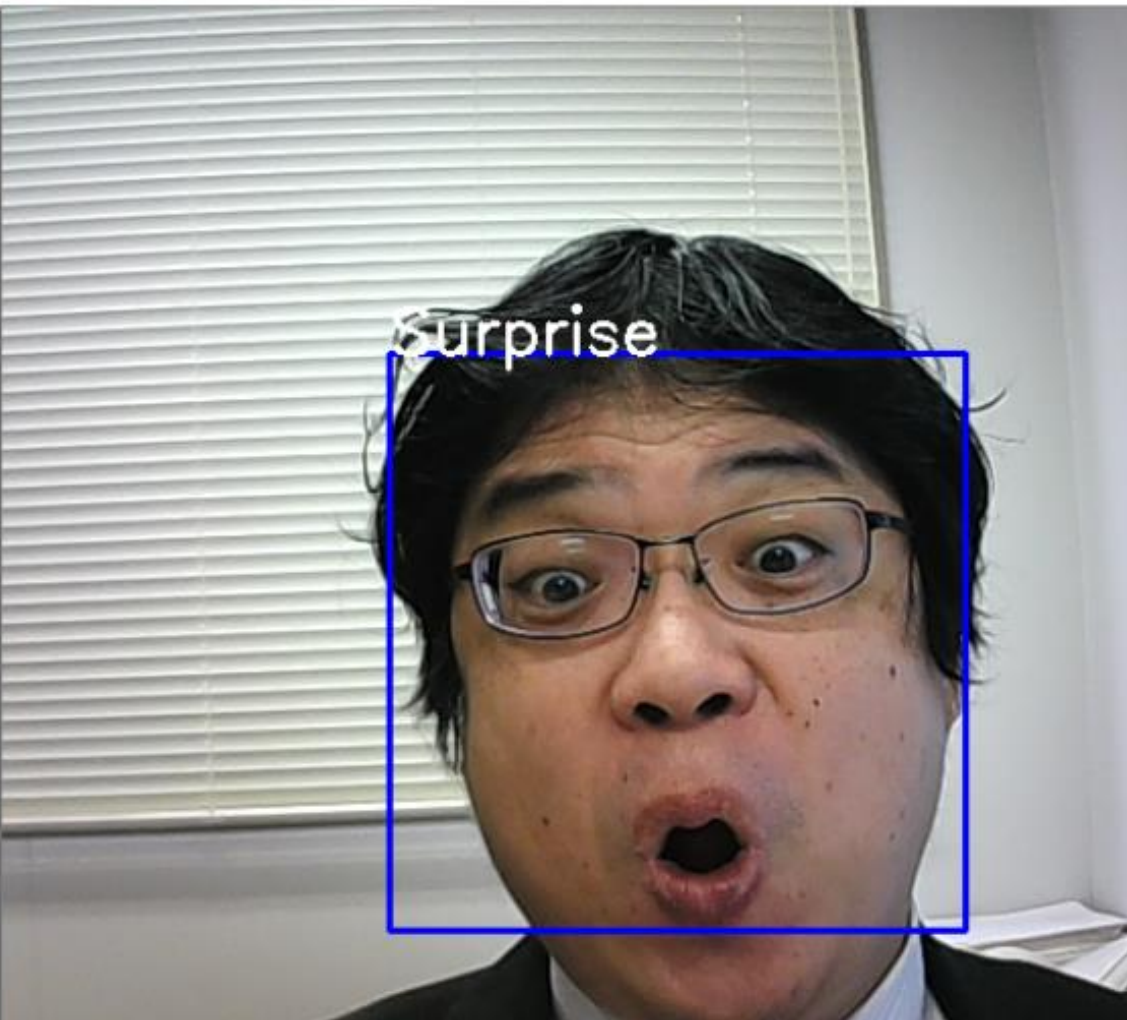
img

```
Happy: % 1.0520316660404205  
Neutral: % 43.86896789073944  
Sad: % 2.5840995833277702  
Surprised: % 26.989561319351196  
-----
```

```
Angry: % 17.476025223731995  
Disgust: % 13.489590585231781  
Fear: % 1.2782757170498371  
Happy: % 1.097946148365736  
Neutral: % 48.455244302749634  
Sad: % 2.7828795835375786  
Surprised: % 15.420036017894745  
-----
```

```
Angry: % 8.7054543197155  
Disgust: % 8.182178437709808  
Fear: % 2.2473467513918877  
Happy: % 1.2045521289110184  
Neutral: % 39.530619978904724  
Sad: % 2.036934532225132  
Surprised: % 38.09291124343872  
-----
```

```
Angry: % 4.94537390768528  
Disgust: % 7.72874653339386  
Fear: % 2.0912714302539825  
Happy: % 1.1880283243954182  
Neutral: % 30.127882957458496  
Sad: % 1.0293880477547646  
Surprised: % 52.88930535316467  
-----
```



- ここでは、**7種の表情** Angry, Disgust, Fear, Happy, Neutral, Sad, Surprised の**それぞれの確率**を推定

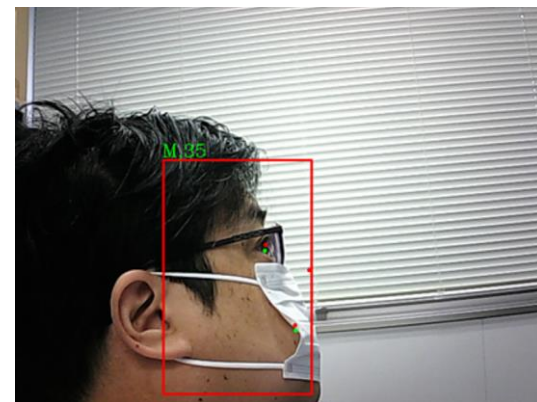
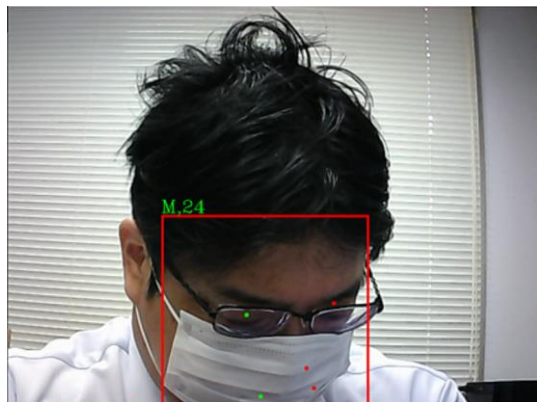
- <https://github.com/ezgiakcora/Facial-Expression-Keras> で公開されている成果物 **46**

# 感情認識



- 感情：喜び、悲しみ、驚き、怒り、恐怖、嫌悪など
- ディープラーニング、顔ランドマークを使用

# 年齢推定，性別推定の例



推定結果：24歳男性 推定結果：23歳男性 推定結果：35歳男性

InsightFace による処理結果

【関連情報】

<https://www.kkaneko.jp/ai/win/insightface.html>

<https://colab.research.google.com/drive/1S55yEFiQpdIRdjWbdH0zzEYD5VAfklHd?usp=sharing>



## 演習 3

### 顔情報処理のオンラインデモ

#### 【トピックス】

- 視線
- 性別推定
- 感情推定
- 年齢推定

## 演習 3

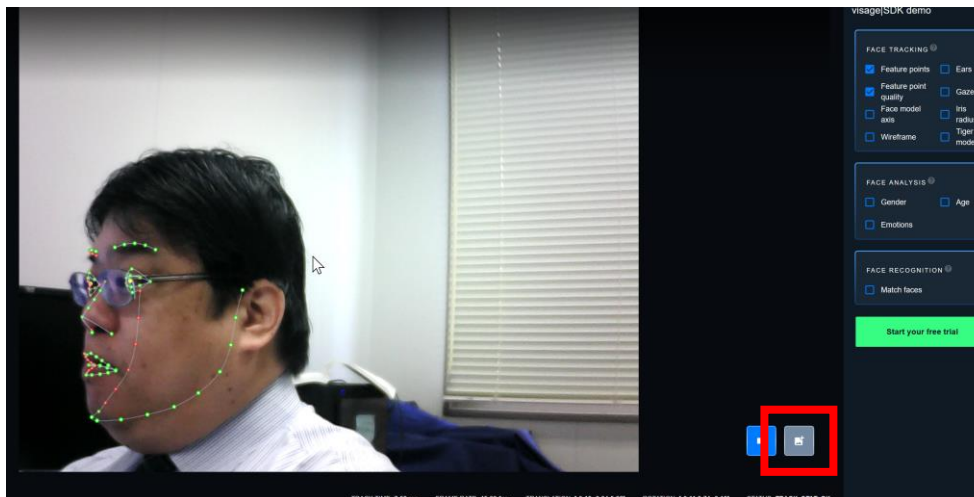
- まず、**自分で顔画像のファイルを準備**する
- 次のページを開く。Visage Technologies 社のデモページ

<https://visagetech.com/demo/>

- 「**Try out demo**」をクリック

Try out demo

- **画像をアップロード**するので、**右下のボタン**をクリックして、画像をアップロード。（パソコンのカメラにも対応）





# さまざまな設定

The screenshot displays the Visage Technologies SDK demo interface. On the left, a video feed shows a man's face with a green wireframe overlay. The right side features a settings panel with the following sections:

- FACE TRACKING**
  - Feature points
  - Feature point quality
  - Face model axis
  - Wireframe
  - Ears
  - Gaze
  - Iris radius
  - Tiger model
- FACE ANALYSIS**
  - Gender
  - Emotions
  - Age
- FACE RECOGNITION**
  - Match faces

A green button labeled "Start your free trial" is located below the settings. At the bottom of the interface, there is a status bar with the following information: "Low accuracy, higher performance", "TRACK TIME: 7.80 ms", "FRAME RATE: 39.14 fps", "TRANSLATION: [-0.15,-0.04,0.54]", "ROTATION: [-0.09,0.47,-0.05]", and "STATUS: TRACK\_STAT\_OK".

Gaze  
視線

Gender  
性別

Emotions  
感情

Age  
年齢

# 全体まとめ①

## 顔情報処理のバリエーション

- 顔検出：物体検出の一環として顔を特定
- 顔のアラインメント：顔の向きや大きさの調整
- 顔ランドマーク：目、鼻、口などの重要な特徴点の位置
- 顔の数値化：顔特徴の数値化による本人確認、顔認識
- 性別、年齢の推定
- 表情の推定

## 顔情報処理の重要性

- セキュリティと監視
- 個人認証システム
- パーソナライズされたサービス
- 感情認識

## 全体まとめ②

### ディープラーニングによる顔情報処理

- **顔検出**：畳み込みニューラルネットワーク（CNN）を使用して顔を特定。
- **顔ランドマークの検出**：CNNによる顔の重要な特徴点の検出。
- **顔認識**：データベース内の顔との比較により人物を特定。
- **感情認識**：ディープラーニングと顔ランドマークを使用して感情を推定。

など

# 今回の授業で学ぶ意義と満足感

- ①最先端のAI技術である**顔情報処理**の概要と要素技術を学ぶ。AIへの理解が深まる
- ②**顔検出、顔ランドマーク検出、顔認識、感情認識**などの**仕組み**を学び、専門的知識が得られる
- ③**顔情報処理の活用分野**を確認。AIの社会的影響を認識。
- ④演習でデモを体験。学んだ知識の考察を深める。